



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. MO2003 A 000134



*Si dichiara che l'unita. copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**19 GEN. 2004**

Roma, li .....

per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*

**D.ssa Paola Giuliano**

## AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione **SOCIETA' COOPERATIVA BILANCIAI - CAMPOGALLIANO A R.L.** **SC**  
 Residenza **Campogalliano (MO)** codice **00162700363**  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome **CRUGNOLA Dott. Ing. Pietro ed altri** cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza **LUPPI & CRUGNOLA S.R.L.**  
 via **Corassori** n. **54** città **Modena** cap **41100** (prov) **MO**

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

**Sistema di pesatura**

classe proposta (sez/d/sci) \_\_\_\_\_

gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_

N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome **Brighenti Franco** 3) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE Data N° Protocollo
1) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____
2) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.	PROV	n. pag.	DESCRIZIONE
Doc. 1) <b>1</b>	<b>PROV</b>	<b>36</b>	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) .....
Doc. 2) <b>1</b>	<b>PROV</b>	<b>11</b>	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....
Doc. 3) <b>1</b>	<b>RIS</b>		<del>testo inventore, prelievi e risultati di prove generali</del> <b>Dich. sostit. lett. inc.</b>
Doc. 4) <b>0</b>	<b>RIS</b>		designazione inventore .....
Doc. 5) <b>0</b>	<b>RIS</b>		documenti di priorità con traduzione in italiano .....
Doc. 6) <b>0</b>	<b>RIS</b>		autorizzazione o atto di cessione .....
Doc. 7) <b>0</b>			nominativo completo del richiedente .....

SCIOGLIMENTO RISERVE  
 Data \_\_\_\_\_ N° Protocollo \_\_\_\_\_  
 confronto singole priorità  
 \_\_\_\_\_

8) attestati di versamento, totale **EURO DUECENTONOVANTUNO/OTTANTA** obbligatorio

COMPILATO IL **08/05/2003** FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE (I) **Dott. Ing. Pietro Crugnola**  
 CONTINUA SI/NO **NO** *Pietro Crugnola*

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO **SI**CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA  
ARTIGIANATO AGRICOLTURA DI**MODENA**codice **36**

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

**MO2003A000134**L'anno **millenovecento** \_\_\_\_\_, il giorno **Nove**, del mese di **Maggi**Il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. **00** fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

*Pietro Crugnola*

L'UFFICIALE ROGANTE

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA

MO 2003 A 000 134

REG. A

DATA DI DEPOSITO

09 05 2003

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

/ /

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

SOCIETA' COOPERATIVA BILANCIAI - CAMPOGALLIANO A R.L.

Residenza

Camp galliano (MO)

D. TITOLO

Sistema di pesatura

Classe proposta (sez./cl./scl/)

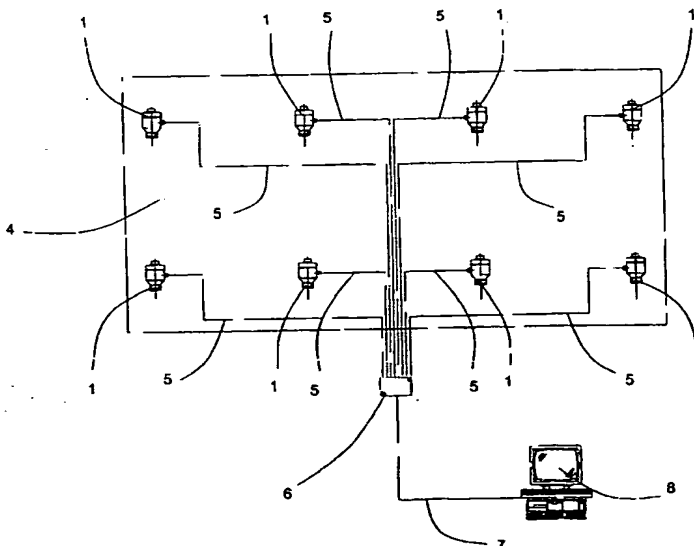
/ / /

(gruppo/sottogruppo)

/ / /

L. RIASSUNTO

Un sistema di pesatura di un carico che utilizza un apparato di pesatura comprendente una pluralità di celle di carico (1), mezzi per ricevere un carico supportati da dette celle di carico, mezzi associati a ciascuna cella di carico (1) per fornire una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella di carico, dette celle di carico essendo collegate tra loro a formare una rete di comunicazione, in cui viene generata una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella di carico (1), viene determinato un coefficiente correttivo  $X_j$  di detta rappresentazione digitale per ciascuna cella di carico (1), detto coefficiente correttivo  $X_j$  viene memorizzato nella rispettiva cella di carico (1) il guadagno di ciascuna cella di carico viene variato in base al rispettivo coefficiente correttivo  $X_j$  per generare una rappresentazione digitale corretta del carico per ciascuna cella di carico (1).



*Reino Bengotto*

M02003A000134

SOCIETA' COOPERATIVA BILANCIAT - CAMPOGALLIANO A R.L.

Descrizione di invenzione industriale

Depositata il 09 MAG. 2003

Sistema di pesatura

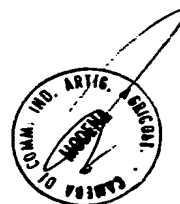
La presente invenzione riguarda un sistema di pesatura che utilizza una pluralità di celle di carico.

I sistemi di pesatura di questo tipo comprendono in genere una piattaforma sulla quale deve essere posto un carico da pesare e una serie di trasduttori di carico, le cosiddette celle di carico, poste al di sotto della piattaforma in una configurazione prestabilita.

Quando un carico viene posto sulla piattaforma, i sensori di carico vengono sollecitati, ad esempio, a compressione, a trazione ed a flessione ed emettono un segnale proporzionale alla sollecitazione alla quale vengono sottoposti.

E' noto dal brevetto statunitense n. 4,804,052 un apparato di pesatura comprendente una pluralità di celle di carico, mezzi ricevitori del carico supportati da dette celle di carico, mezzi associati a dette celle di carico per fornire una rappresentazione digitale del carico che grava su ciascuna cella di carico, mezzi per memorizzare

R



un'espressione matematica per i carichi corretta in base alla posizione dei carichi e mezzi per applicare detta espressione matematica a dette rappresentazioni digitali dei carichi per produrre una rappresentazione digitale del carico totale su detti mezzi ricevitori del carico corretta in base alla posizione del carico.

In altre parole, per ogni cella di carico viene calcolato un coefficiente correttivo dell'indicazione fornita dalla cella di carico, che viene applicato, ad ogni operazione di pesatura, per correggere le indicazioni delle varie celle di carico al fine di ottenere un valore corretto del carico da misurare.

Questo sistema presenta lo svantaggio che l'apparato di pesatura deve sempre essere collegato ad un sistema dedicato di elaborazione dati che, ad ogni operazione di pesatura provvede a calcolare il valore corretto del carico applicando i suddetti coefficienti correttivi alle indicazioni fornite dalle varie celle di carico. Inoltre, qualora debba essere sostituito, per qualsiasi motivo il sistema dedicato di elaborazione dati, deve essere rifatto il calcolo dei coefficienti correttivi, il che comporta perdita di tempo e costi aggiuntivi di gestione del sistema.

Scopo della presente invenzione é di fornire un sistema di pesatura che utilizza celle di carico, la somma delle indicazioni fornite dalle celle di carico ad ogni operazione di pesatura dovendo corrispondere al valore corretto del carico, senza necessità di elaborazione da parte di un sistema dedicato di elaborazione dati.

Secondo un primo aspetto della presente invenzione viene fornito un metodo di pesatura di un carico tramite una pluralità celle di carico disposte sotto una piattaforma di carico supportata da dette celle di carico, dette celle di carico essendo collegate tra loro in una rete di comunicazione, detto metodo comprendendo generare una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella di carico, determinare un coefficiente correttivo di detta rappresentazione digitale per ciascuna cella di carico, variare il guadagno di ciascuna cella di carico in base a detto coefficiente correttivo per generare una rappresentazione digitale corretta del carico per ciascuna cella di carico.

Secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione viene fornito un apparato di pesatura comprendente una pluralità di celle di carico, mezzi per ricevere un carico supportati da dette celle di

R



carico, mezzi associati a ciascuna cella di carico per fornire una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella di carico, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre mezzi per variare il guadagno di ciascuna cella di carico in funzione di coefficienti correttivi calcolati per ciascuna cella di carico per ottenere una rappresentazione digitale corretta del carico su ciascuna cella di carico.

Grazie all'invenzione, non é più richiesto che un apparato di pesatura con celle di carico debba essere collegato ad un sistema di elaborazione dati dedicato per calcolare il valore corretto del carico letto da ciascuna cella di carico, in quanto i coefficienti correttivi calcolati vengono utilizzati per variare il guadagno delle singole celle di carico, in modo che il valore del peso letto da ciascuna cella di carico risulti già corretto, senza necessità di ulteriore elaborazione.

Il sistema di pesatura in oggetto è composto da un dispositivo ricettore del carico, ad esempio una piattaforma di carico, che appoggia su una serie di trasduttori del carico, ad esempio celle di carico, collegati tra loro per formare una rete di comunicazione, una scatola di giunzione ed,



R



eventualmente, un terminale remoto per la visualizzazione dei dati di peso.

L'invenzione sarà ora descritta nel seguito con riferimento ai disegni allegati, in cui

Figura 1 é una vista schematica di una cella di carico del sistema secondo l'invenzione;

Figura 2 é una vista schematica della disposizione e dei collegamenti delle celle di carico in un sistema secondo l'invenzione;

Figure da 3 a 14 sono diagrammi di flusso che illustrano il funzionamento del sistema secondo l'invenzione.

Nel sistema di pesatura secondo l'invenzione, ogni cella di carico 1 è dotata di una scheda elettronica 2, montata al suo interno, sulla quale sono montati :

- un circuito di amplificazione e conversione con guadagno variabile via software;
- un microprocessore e circuiti di memoria
- un interfaccia di comunicazione per la gestione della rete di comunicazione

In alternativa tali circuiti possono essere montati all'interno di una scatola di giunzione.

I circuiti montati sulla scheda elettronica permettono la gestione della comunicazione tra le celle di carico del sistema, la gestione del guadagno





dell'amplificatore/convertitore di ciascuna cella di carico, ed il controllo di parametri di funzionamento come temperatura, tensione di alimentazione, inclinazione, numero di celle collegate e numero di matricola.

Ogni cella di carico è costituita da una serie di estensimetri elettrici, collegati a ponte di Wheatstone, incollati su di un provino metallico, la cui forma dipende dal tipo di applicazione e dal valore del massimo carico applicabile.

La forza applicata al provino metallico genera una deformazione dello stesso e tale deformazione viene trasferita al ponte estensimetrico, generando una corrispondente variazione dei valori di resistenza.

Alimentando il ponte con una tensione è quindi possibile convertire la deformazione meccanica in un segnale elettrico che viene trasmesso alla scheda elettronica.

Sulla scheda il segnale viene amplificato dal circuito di amplificazione e successivamente convertito, attraverso un convertitore analogico/digitale, in un segnale digitale atto ad essere elaborato da dispositivi a microprocessore.

Un secondo canale di amplificazione e conversione permette la lettura e la gestione di un sensore di



temperatura.

Algoritmi software permettono di normalizzare l'uscita digitale della cella di carico in funzione del carico applicato e della temperatura rilevata; questi algoritmi vengono tarati in fase di produzione della cella stessa. Sempre nella fase di produzione viene assegnato un numero di matricola univoco che permetterà il riconoscimento futuro della cella di carico identificandone inoltre il lotto costruttivo ed il modello.

In questa fase vengono inizializzati con valori di default due ulteriori parametri:

- fattore di correzione del guadagno del circuito di amplificazione. Questo valore viene inizializzato ad 1, cioè il guadagno del circuito di amplificazione viene inizializzato ad un valore prestabilito, fissato in fase di costruzione del circuito ed uguale per tutte le celle; la modifica di tale fattore di correzione permetterà successivamente di variare il guadagno del circuito di amplificazione della rispettiva cella di carico;
- indirizzo delle celle di carico. Questo parametro viene inizializzato ad un valore 0; in altre parole non viene assegnato inizialmente nessun indirizzo specifico alle celle di carico. Successivamente,

durante il funzionamento di sistemi con più celle di carico collegate insieme, a questo parametro verrà assegnato un valore diverso da zero e diverso per ciascuna cella di carico, come verrà spiegato nel seguito.

Ogni cella di carico è dotata di dispositivi di comunicazione seriale 3, 5 che permettono la connessione verso altre celle di carico 1 e/o verso dispositivi 8 remoti, come ad esempio PC, PLC o terminali di pesatura dedicati. Tali dispositivi permettono il collegamento punto-punto o in rete con protocollo multi master con gestione dei conflitti.

Come visto in precedenza ogni cella di carico 1 esce dalla produzione con un'uscita "normalizzata", ma quando una pluralità di celle di carico 1 viene collegata ad uno stesso ricettore del carico può rendersi necessario apportare delle correzioni all'uscita delle singole celle 1 per compensare differenze di rilevazione del carico dovute a fenomeni correlati al montaggio, come ad esempio inclinazione o dislivelli, e alla diversa accelerazione di gravità del luogo di installazione rispetto al luogo di produzione.

Un numero variabile  $n$  di celle di carico 1 come descritto precedentemente vengono collegate attraverso



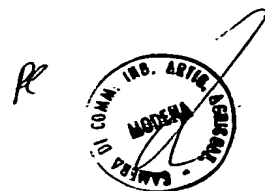
R



una rete di comunicazione seriale ad una scatola di giunzione 6. La scatola di giunzione, oltre a semplificare il collegamento elettrico permette di installare la terminazione elettrica della rete di comunicazione di tipo bilanciato. Alla scatola di giunzione può anche essere collegato tramite mezzi di connessione 7 un dispositivo esterno 8 per la visualizzazione e l'alimentazione del gruppo di celle di carico 1. Tale dispositivo di visualizzazione 8 può essere un terminale di pesatura dedicato o un qualsiasi dispositivo dotato di una porta di comunicazione seriale atto ad essere collegato in rete e di una sorgente di alimentazione per le celle di carico.

All'accensione del sistema viene avviata una procedura di riconoscimento e verifica per identificare ciascuna cella di carico 1 e stabilire se é stata tarata, oppure no, in base all'indirizzo in essa memorizzato.

Innanzitutto, il microprocessore di ciascuna cella di carico 1 verifica se la cella 1 ha già un indirizzo I assegnato, costituito da un numero d'ordine diverso da zero, corrispondente alla posizione della cella 1 sotto la piattaforma di carico 4. Se, ad esempio, il sistema é previsto per un numero massimo di celle di carico 1 pari ad n, il suddetto numero d'ordine sarà



compreso tra 1 ed  $n$ . Nel seguito, per semplicità, si farà riferimento ad un sistema previsto per un numero massimo di celle di carico 1 pari a 31, ma il sistema secondo l'invenzione può prevedere un numero qualsiasi di celle di carico 1.

Se una cella 1 ha indirizzo  $I$  uguale a zero, il microprocessore della cella 1 genera un numero casuale superiore a 31, ad esempio tra 32 e 96, che diventa un indirizzo provvisorio della cella.

Viene inoltre generato, per ciascuna cella 1, un ulteriore numero casuale  $I_c$  compreso tra 0 e 9, d'ora in poi definito incremento, la cui funzione sarà spiegata nel seguito.

Successivamente, il sistema sceglie un elemento della rete costituita dalle celle 1 e da un eventuale terminale 8 di pesatura dedicato come terminale master, cioè come elemento pilota, per le successive operazioni che il sistema dovrà svolgere.

La scelta del terminale master avviene in base ad un tempo di accesso alla rete di ciascun elemento della rete: in altre parole, l'elemento che accede per primo alla rete viene designato come terminale master.

Il tempo di accesso  $T_A$  alla rete di ciascuna cella di carico 1 viene stabilito dal microprocessore della cella stessa, in base all'indirizzo  $I$  della cella 1 e



all'incremento  $I_c$  precedentemente menzionato, secondo la seguente formula:

$$T_A = I \times 10 + I_c$$

In tal modo, le celle 1 accederanno alla rete in tempi diversi l'una dall'altra.

Se é presente un terminale 8 dedicato, il tempo di accesso alla rete di quest'ultimo é sempre inferiore al tempo di accesso di ciascuna cella 1, in modo che il terminale 8 dedicato venga sempre designato dal sistema come terminale master.

In assenza di terminale 8 dedicato, la funzione di terminale master sarà assunta dalla cella 1 che accede per prima alla rete.

Dopo che il sistema ha designato il terminale master, viene effettuata una fase di riconoscimento e verifica delle celle 1, per controllare, innanzitutto, che tutte le celle 1 abbiano indirizzo diverso, per contare il numero di celle 1 presenti nel sistema e per verificare se ciascuna cella 1 é già stata equalizzata in base alla sua posizione sotto la piattaforma 4 di carico, o deve essere ancora equalizzata.

A questo scopo, il terminale master inizia ad interrogare la rete per verificare se per ciascun indirizzo  $I$  compreso tra 1 e 31 esistono celle 1 alle

R



quali sia stato assegnato detto indirizzo I, cioè celle 1 che siano già state equalizzate in base alla loro posizione sotto alla piattaforma di carico 4.

Ogni cella 1 avente un indirizzo I compreso tra 1 e 31, segnala la sua presenza al terminale master.

Al termine dell'interrogazione, il terminale master verifica innanzitutto che non vi siano celle 1 con lo stesso indirizzo, nel qual caso segnala una condizione di errore, in quanto non vi possono essere due celle 1 aventi la stessa posizione sotto la piattaforma di carico 4.

Se non si verifica alcuna condizione di errore, il terminale master conta il numero di celle 1 che hanno risposto positivamente all'interrogazione e lo confronta con il numero di celle 1 previsto per il sistema. Se i due numeri corrispondono, significa che tutte le celle 1 sono già equalizzate e che il sistema è pronto per eseguire operazioni di pesatura.

Prima di abilitare il sistema alle operazioni di pesatura, il terminale master verifica ancora che i numeri di matricola delle singole celle 1 corrispondano a quelli memorizzati sulle celle 1 stesse e sul terminale master, quando quest'ultimo è un terminale dedicato. Se uno o più numeri di matricola non corrispondono a quelli memorizzati, viene segnalata



una condizione di errore.

Se il numero delle celle 1 con indirizzo I risulta inferiore al numero delle celle 1 per le quali é predisposto il sistema, significa che una o più celle 1 non sono state ancora equalizzate in base alla loro posizione sotto la piattaforma di carico 4.

Questo si verifica quando una o più celle 1 sono state sostituite dopo l'ultima accensione del sistema, oppure che il sistema é alla sua prima accensione e tutte le celle 1 devono ancora essere equalizzate. In quest'ultimo caso il terminale master avrà rilevato che non esiste nessuna cella 1 con indirizzo I compreso tra 1 e 31.

Se il terminale master rileva che una o più celle 1 non sono equalizzate, prosegue ad interrogare la rete per gli indirizzi I' compresi tra 32 e 96, al fine di identificare le celle 1 non ancora equalizzate.

Qualora due celle di carico abbiano lo stesso indirizzo, si verificherà un conflitto sulla comunicazione di rete: a questo punto le celle non ancora indirizzate procederanno ad una nuova generazione del tempo di accesso  $T_a$ , necessario per risolvere il conflitto di comunicazione. Questa operazione viene ripetuta tutte le volte che il terminale master identifica due celle 1 aventi lo

PC





stesso indirizzo, fino a che tutte le celle 1 identificate non risultano avere indirizzo diverso.

Dopo aver identificato le celle non ancora equalizzate, il terminale master verifica che la somma del numero di celle 1 equalizzate e del numero di celle 1 non equalizzate corrisponda al numero di celle 1 per le quali é predisposto il sistema e, in caso di mancata corrispondenza, segnala una condizione di errore.

Dopo aver effettuato il riconoscimento di tutte le celle 1 presenti nell'impianto e aver verificato che il loro numero sia corretto, il terminale master avvia una procedura di verifica della tensione di alimentazione per ciascuna cella 1 di carico.

Per ciascuna cella 1, un convertitore A/D rileva il valore della tensione di alimentazione della cella 1 e verifica che esso rientri in un intervallo di valori prestabilito. Se detto valore é al di fuori di detto intervallo viene inviato un segnale all'alimentatore principale della cella 1 che cercherà di variare la propria tensione di uscita per riportare il valore della tensione di alimentazione della cella 1 all'interno di detto intervallo. Se ciò non é possibile, viene segnalata una condizione di errore.

La verifica della tensione di alimentazione di



ciascuna cella 1 consente di avere, per tutte le celle 1, una tensione di alimentazione sufficientemente costante, indipendentemente dalla lunghezza dei cavi di collegamento all'alimentatore e di evitare surriscaldamenti dovuti a una tensione di alimentazione eccessiva, o malfunzionamenti dovuti a una tensione di alimentazione insufficiente.

Dopo la verifica della tensione di alimentazione viene verificata, tramite sensori di temperatura posti all'interno di ciascuna cella 1, la temperatura di ciascuna cella 1, segnalando una condizione di malfunzionamento, se la temperatura non risulta compresa in un intervallo prestabilito.

Terminata la fase di controllo della tensione di alimentazione e della temperatura delle celle 1, se nel sistema sono presenti una o più celle non equalizzate, il terminale master avvia una procedura di equalizzazione delle celle.

Questa procedura di equalizzazione consiste nell'individuazione della posizione della cella 1 sotto la piattaforma di carico e nel calcolo di un coefficiente correttivo del guadagno della cella 1 di carico. Questo coefficiente, che sarà utilizzato per correggere l'indicazione di peso fornita dalla cella di carico 1, serve per tenere conto delle condizioni

R



di montaggio della cella 1, cioè di eventuali scostamenti della cella di carico 1 da una condizione ideale di montaggio, ad esempio scostamenti da una condizione di perfetta verticalità, o dislivelli rispetto ad un piano di riferimento ideale.

Nel seguito verrà descritta la procedura di equalizzazione in due casi:

- equalizzazione completa dell'impianto, cioè equalizzazione di tutte le celle 1 dell'impianto;
- equalizzazione di una singola cella 1 che sia stata sostituita, in un impianto per il resto già equalizzato.

Sarà inoltre descritta la procedura di equalizzazione nel caso di terminale master costituito da un terminale di pesatura dedicato, o nel caso di terminale master costituito da una delle celle 1 di carico.

**Equalizzazione completa dell'impianto con terminale master costituito da terminale di pesatura dedicato.**

Questa procedura viene effettuata quando nessuna delle celle di carico 1 risulta equalizzata, cioè quando l'impianto è alla sua prima accensione dopo il montaggio delle celle di carico 1 sotto la piattaforma 4, o quando viene rilevata la presenza di due o più celle di carico 1 non equalizzate.



R



In questo caso, tutte le celle di carico 1, già precedentemente identificate, oppure almeno due celle di carico 1, risultano avere indirizzo compreso tra 32 e 96.

R



pesatura saranno memorizzate, per ogni cella 1 carico, N+1 indicazioni di peso, delle quali una corrisponde al carico a vuoto, cioè all'indicazione di peso in assenza di carico sulla piattaforma 4 e le altre alle diverse posizioni del carico, una per ogni cella 1, sulla piattaforma 4 di carico.

Il terminale 8 di pesatura é ora in grado di calcolare, per ogni cella 1 di carico e per ogni posizione del carico sulla piattaforma 4, la differenza tra l'indicazione di peso a vuoto e l'indicazione di peso con il carico sulla piattaforma 4. Questa differenza, per ciascuna cella 1, risulterà massima per la posizione del carico sulla piattaforma 4 corrispondente alla posizione della cella 1 sotto la piattaforma 4. In tal modo il terminale master é in grado di individuare la posizione di ciascuna cella 1 sotto la piattaforma e di assegnare ad ogni cella un nuovo indirizzo, costituito da un numero tra 1 e 32, che individua la posizione della cella 1 di carico sotto la piattaforma 4 di carico.

A questo punto, il terminale 8 di pesatura passa a calcolare, per ciascuna cella 1, un coefficiente correttivo dell'indicazione del carico, che servirà per correggere l'indicazione della cella 1 di carico tenendo conto della posizione della cella sotto la

piattaforma di carico, di eventuali deviazioni rispetto ad una condizione di perfetta verticalità e di eventuali dislivelli nella posizione di montaggio rispetto ad un piano di riferimento ideale.

Questo coefficiente correttivo viene calcolato impostando e risolvendo un sistema di  $n$  equazioni in  $n$  incognite, ciascuna delle quali è del tipo:

$$B_i = N_{i1}X_1 + N_{i2}X_2 + \dots + N_{in}X_n$$

Dove  $N_{ij}$  è l'indicazione di peso fornita dalla cella  $i$  in posizione "j" quando il carico viene posto sulla piattaforma in posizione "i",  $X_j$  è il valore del coefficiente correttivo per la cella in posizione "j",  $B_i$  è il termine noto dell'equazione che può essere posto uguale alla media della somma dei vari pesi  $N_{ij}$  rilevati per le varie posizioni del carico sulla piattaforma 4.

Questo calcolo, oltre che dal terminale 8 di pesatura, può essere effettuato indipendentemente da ciascuna cella  $i$  di carico e i risultati essere confrontati tra loro, per verificare la coerenza dei calcoli.

Il valore di ogni coefficiente correttivo  $X_j$  viene poi confrontato con il valore ideale, inizialmente impostato ad uno, per verificare che non si discosti da esso di una quantità maggiore di una quantità prestabilita, nel qual caso viene segnalata una



condizione di errore, che può dipendere da un'eccessiva inclinazione della cella di carico rispetto alla condizione ideale di perfetta verticalità, o da un montaggio errato della cella stessa.

Ciascun coefficiente correttivo  $X_j$  viene quindi memorizzato nella rispettiva cella 1 di carico e viene utilizzato per variare il guadagno del circuito di amplificazione della cella 1 stessa. In tal modo, l'indicazione che fornirà successivamente la cella 1 di carico ad ogni operazione di pesatura risulterà già corretta in base al suddetto coefficiente correttivo  $X_j$  senza necessità per il terminale 8 di pesatura di apportare alcuna correzione alle indicazioni fornite dalle celle 1 di carico.

**Equalizzazione iniziale dell'impianto con terminale master costituito da una delle celle di carico.**

In questo caso, se il sistema é collegato ad un terminale 8 di visualizzazione la cella 1 di carico che ha assunto la funzione di terminale master avvia e gestisce la procedura di equalizzazione, visualizzando sul terminale 8 le indicazioni delle successive posizioni sulle quali l'operatore deve porre il carico sulla piattaforma 4. Per il resto la procedura si svolge come precedentemente indicato con la cella 1



di carico che funge da terminale master che svolge le stesse funzioni del terminale di pesatura. In tutta la procedura il terminale 8 di visualizzazione svolge un ruolo puramente passivo di visualizzatore di messaggi e dati, senza intervenire nelle operazioni di equalizzazione.

Infine, se non é presente il terminale 8 di visualizzazione, il posizionamento del peso nelle varie posizioni sulla piattaforma 4 viene effettuato dall'operatore ponendo il peso nelle varie posizioni secondo una sequenza prestabilita e lasciando il peso in ciascuna posizione per un tempo minimo prestabilito.

**Equalizzazione di una singola cella che, in un impianto per il resto già equalizzato, abbia sostituito una cella difettosa.**

In questo caso, alla prima accensione dell'impianto dopo l'inserimento di una nuova cella 1, il terminale master rileva che una delle celle 1 ha un indirizzo maggiore di 31, il che sta ad indicare che si tratta di una cella 1 non ancora equalizzata.

Il peso di prova viene posto sulla piattaforma di carico 4 nella posizione corrispondente alla nuova cella 1 e in un'altra posizione di riferimento, corrispondente ad esempio alla cella 1 più lontana



dalla nuova cella. Vengono quindi memorizzati i valori di carico rilevati dalle rispettive celle 1 di carico e viene calcolata la differenza tra questi valori di carico e il valore di carico a vuoto.

Si ottengono così  $n \times 2$  valori di carico tramite i quali si può impostare un'equazione analoga all'equazione precedentemente menzionata, nella quale l'unica incognita sarà il coefficiente correttivo  $X_j$  della nuova cella 1, che, a questo punto, sarà memorizzato sulla cella stessa per variare il guadagno della cella ad ogni operazione di pesatura e sull'eventuale terminale 8 di pesatura dedicato.

Anche in questo caso il calcolo del valore di  $X_j$  viene effettuato indipendentemente da tutte le celle 1 e i risultati confrontati tra loro e con il valore 1 di riferimento del coefficiente correttivo.

Se i risultati ottenuti dalle varie celle 1 non sono tutti uguali tra loro, o se il valore calcolato di  $X_j$  si discosta dal valore 1 di una quantità superiore ad una quantità prestabilita, viene segnalata una condizione di errore.


Nell'attuazione pratica, i materiali, le dimensioni e i particolari esecutivi potranno essere diversi da quelli indicati, ma ad essi tecnicamente equivalenti, senza per questo uscire dal dominio giuridico della

Re



presente invenzione.

PC

A handwritten mark consisting of a long diagonal stroke with a small 'A' or similar character at the bottom.

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo di pesatura di un carico tramite un apparato di pesatura comprendente una pluralità di celle di carico (1) disposte al di sotto di una piattaforma (4) di carico supportata a dette celle di carico (1), dette celle (1) di carico essendo collegate tra loro a formare una rete di comunicazione, detto metodo comprendendo generare una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella di carico (1), determinare un coefficiente correttivo  $X_j$  di detta rappresentazione digitale per ciascuna cella di carico (1), caratterizzato dal fatto che comprende inoltre memorizzare detto coefficiente correttivo  $X_j$  nella rispettiva cella di carico (1) e variare il guadagno di ciascuna cella di carico (1) in base al rispettivo coefficiente correttivo  $X_j$  per generare una rappresentazione digitale corretta del carico per ciascuna cella di carico (1).

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui, ad ogni accensione di detto apparato di pesatura ciascuna cella di carico (1) rileva un proprio indirizzo I e verifica che detto indirizzo I sia diverso da zero.



3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui se detto indirizzo I é uguale a zero, la cella di carico (1) genera e memorizza un proprio indirizzo I costituito da un numero scelto casualmente in un intervallo compreso tra  $n+1$  e  $m$ , in cui  $n$  é il numero massimo di celle di carico per il quale detto apparato é predisposto.

4. Metodo secondo la rivendicazione 2, oppure 3, in cui ciascuna cella di carico (1) genera e memorizza un numero casuale ( $I_c$ ) compreso tra 0 e 9.

5. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4, comprendente inoltre verificare se detto apparato comprende un terminale master.

6. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui, se detto apparato non comprende un terminale master, una delle celle di carico (1) assume la funzione di terminale master.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui la cella (1) che assume la funzione di terminale master é quella che accede per prima a detta rete di

comunicazione, l'accesso di ciascuna cella (1) a detta rete di comunicazione avvenendo con un tempo di accesso pari a  $T_A = I \times 10 + I_C$ .

8. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 5 a 7, in cui detto terminale master interroga detta rete di comunicazione per verificare se esistono celle (1) con indirizzo compreso tra 1 ed n.

9. Metodo secondo la rivendicazione 8, in cui se due o più celle (1) hanno indirizzo uguale e compreso tra 1 ed n, viene generato un segnale di errore.

10. Metodo secondo la rivendicazione 8, in cui, al termine di detta interrogazione, il terminale master verifica se il numero di celle (1) con indirizzo compreso tra 1 ed n é uguale o inferiore al numero totale di celle (1) dell'apparato di pesatura.

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui, se il numero di celle (1) con indirizzo compreso tra 1 ed n é inferiore al numero totale di celle (1) di detto apparato di pesatura, il terminale master esegue un'ulteriore interrogazione di detta rete di



comunicazione per verificare se esistono celle con indirizzo compreso tra  $n+1$  ed  $m$ .

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui al termine di detta ulteriore interrogazione, il terminale master verifica se il numero totale di celle (1) individuate corrisponde al numero totale di celle (1) di detto apparato di pesatura e genera un segnale di errore se non vi é corrispondenza tra detti due numeri totali.

12. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 12, comprendente inoltre verificare che la tensione di alimentazione di ciascuna cella di carico (1) sia compresa all'interno di un intervallo prestabilito.

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre regolare detta tensione di alimentazione per riportarla all'interno di detto intervallo prestabilito se il suo valore non risulta compreso in detto intervallo prestabilito e generare un segnale di errore se non é possibile riportare detto valore all'interno di detto intervallo prestabilito.



14. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 13, comprendente inoltre verificare la temperatura di ciascuna cella di carico (1), per accertare che sia compresa all'interno di un intervallo di temperatura prestabilito e generare un segnale di errore se detta temperatura non risulta compresa in detto intervallo prestabilito.

15. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 14, comprendente inoltre abilitare detto apparato al funzionamento se gli indirizzi di tutte le celle sono compresi tra 1 ed n.

16. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 15, in cui se nessuna cella (1) ha indirizzo compreso tra 1 ed n, si procede al calcolo di detto coefficiente correttivo  $X_j$  per ciascuna di dette celle di carico (1).

17. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 15, in cui se due o più celle (1) hanno indirizzo non compreso tra 1 ed n, si procede al calcolo di detto coefficiente correttivo  $X_j$  per tutte le celle (1) di carico di detto apparato di pesatura:



R

*[Handwritten signature]*

18. Metodo secondo la rivendicazione 16, oppure 17, in cui, per il calcolo di detto coefficiente correttivo  $X_j$  si procede come segue:

- ciascuna cella di carico (1) rileva la propria indicazione di peso in assenza di carico su detta piattaforma di carico (4), ne memorizza una rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master;
- viene posto un peso in una prima posizione prestabilita su detta piattaforma (4) di carico e ciascuna cella di carico (1) rileva la propria indicazione di carico, ne memorizza una rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master, detta prima posizione prestabilita corrispondendo alla posizione di una di dette celle (1) al di sotto di detta piattaforma di carico;
- detto peso viene spostato successivamente in ulteriori posizioni prestabilite, ciascuna delle quali corrisponde alla posizione di una diversa cella di carico (1) sotto detta piattaforma (4) di carico e ciascuna cella di carico (1) rileva la propria indicazione di carico per ciascuna di dette ulteriori posizioni prestabilite del peso, ne memorizza una



rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master.

19. Metodo secondo la rivendicazione 18, in cui ciascuna cella di carico (1) calcola le differenze tra le rappresentazioni digitali delle proprie indicazioni di carico per ciascuna di dette posizioni prestabilite e la rappresentazione digitale della propria indicazione di carico in assenza di carico su detta piattaforma (4) di carico, memorizza dette differenze e le comunica al terminale master.

20. Metodo secondo la rivendicazione 19, in cui il terminale master individua la posizione di ciascuna cella di carico (1) al di sotto di detta piattaforma (4) di carico, la posizione di ciascuna cella (1) di carico corrispondendo alla posizione del peso sulla piattaforma (4) di carico per la quale detta differenza risulta massima.

21. Metodo secondo la rivendicazione 20, in cui detto terminale master assegna a ciascuna cella (1) di carico un indirizzo compreso tra 1 ed n, corrispondente alla posizione della cella (1) di carico sotto la piattaforma (4) di carico.

22. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 16 a 21, in cui detti coefficienti  $X_j$  vengono calcolati dal terminale master e da ciascuna cella (1) risolvendo un sistema di  $n$  equazioni in  $n$  incognite in cui ciascuna equazione ha la forma seguente:

$$B_i = N_{i1}X_1 + N_{i2}X_2 + \dots + N_{in}X_n$$

$N_{ij}$  essendo la rappresentazione digitale dell'indicazione di peso fornita dalla cella (1) in posizione "j" quando il peso campione viene posto sulla piattaforma in posizione "i",  $X_j$  è il valore del coefficiente correttivo per la cella (1) in posizione "j",  $B_i$  è il termine noto dell'equazione che può essere posto uguale alla media della somma di tutti gli  $N_{ij}$ .

23. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2. a 15, in cui se una sola cella di carico (1) ha indirizzo non compreso tra 1 ed  $n$ , si procede al calcolo di detto coefficiente correttivo  $X_j$  per detta una sola cella di carico (1).

24. Metodo secondo la rivendicazione 23, in cui per il calcolo di detto coefficiente correttivo  $X_j$  si procede come segue:

- detta una sola cella di carico (1) con indirizzo non compreso tra 1 ed n rileva la propria indicazione di peso in assenza di carico su detta piattaforma di carico, ne memorizza una rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master;
- viene posto un peso in una prima posizione prestabilita su detta piattaforma di carico e detta una sola cella di carico (1) rileva la propria indicazione di carico, ne memorizza una rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master, detta prima posizione prestabilita corrispondendo alla posizione di una delle celle (1) al di sotto di detta piattaforma di carico;
- detto peso viene spostato successivamente in ulteriori posizioni prestabilite, ciascuna delle quali corrisponde alla posizione di una diversa cella di carico (1) sotto detta piattaforma di carico e detta una sola cella di carico (1) rileva la propria indicazione di carico per ciascuna di dette ulteriori posizioni prestabilite del peso campione, ne memorizza una rappresentazione digitale e comunica detta rappresentazione digitale al terminale master.



25. Metodo secondo la rivendicazione 24, in cui detta una sola cella di carico (1) calcola le differenze tra le rappresentazioni digitali delle proprie indicazioni di carico per ciascuna di dette posizioni prestabilite e la rappresentazione digitale della propria indicazione di carico in assenza di carico su detta piattaforma (4) di carico, memorizza dette differenze e le comunica al terminale master.

26. Metodo secondo la rivendicazione 25, in cui il terminale master individua la posizione di detta una sola cella di carico (1) al di sotto di detta piattaforma (4) di carico, la posizione di detta una sola cella di carico corrispondendo alla posizione del peso sulla piattaforma di carico per la quale detta differenza risulta massima.

27. Metodo secondo la rivendicazione 26, in cui detto terminale master assegna a detta una sola cella (1) di carico un indirizzo compreso tra 1 ed n, corrispondente alla posizione della una sola cella (1) di carico sotto la piattaforma (4) di carico.

28. Metodo secondo la rivendicazione 27, in cui detto peso viene posto su detta piattaforma (4) di



carico in una posizione corrispondente a quella di detta una sola cella (1) di carico e in una posizione corrispondente a quella di un'altra cella (1) che sia la più lontana da detta una sola cella (1) di carico e detta una sola cella (1) di carico memorizza le proprie indicazioni di peso per dette due posizioni calcolando le rispettive differenze tra dette indicazioni di peso e la propria indicazione di peso in assenza di carico sulla piattaforma (4).

29. Metodo secondo la rivendicazione 28, in cui detto coefficiente correttivo  $X_j$  per detta una sola cella di carico (1) viene calcolato utilizzando un'equazione secondo la rivendicazione 21.

30. Apparato di pesatura comprendente una pluralità di celle di carico (1), mezzi (4) per ricevere un carico supportati da dette celle (1) di carico, mezzi associati a ciascuna cella di carico (1) per fornire una rappresentazione digitale del carico su ciascuna cella (1) di carico, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre mezzi per variare il guadagno di ciascuna cella (1) di carico in funzione di coefficienti correttivi  $X_j$  calcolati per ciascuna cella (1) di carico, per ottenere una

rappresentazione digitale corretta del carico su  
ciascuna cella (1) di carico.

Modena, 09 MAG. 2003

Per incarico

**LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.**

Viale Corassori, 54 I - 41100 MODENA

Dott. Ing. Pietro Crugnola

*Pietro Crugnola*



LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.  
Viale Corassori, 54 I - 41100 MODENA  
Dott. Ing. Pietro Crugnola  
*Pietro Crugnola*

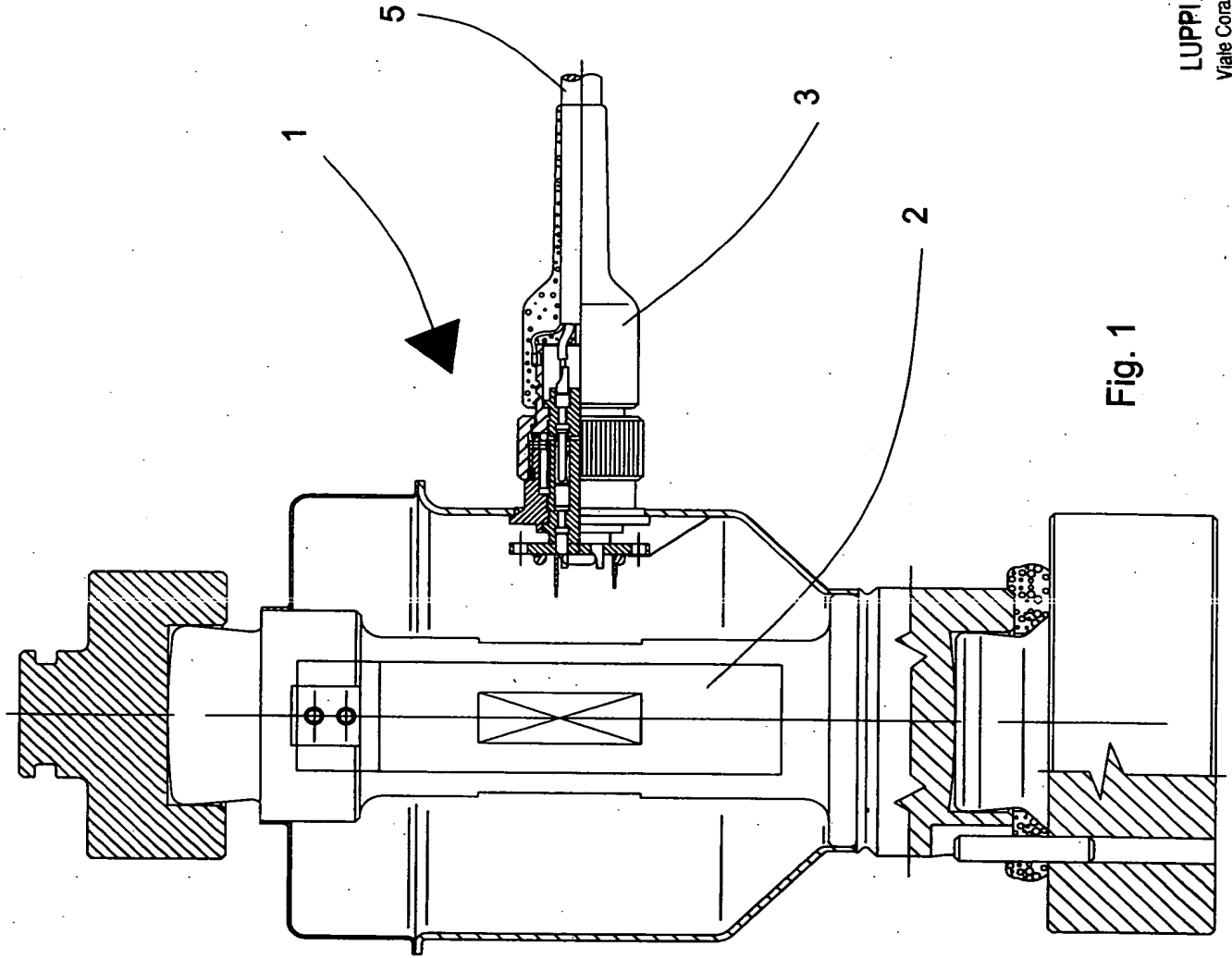


Fig. 1



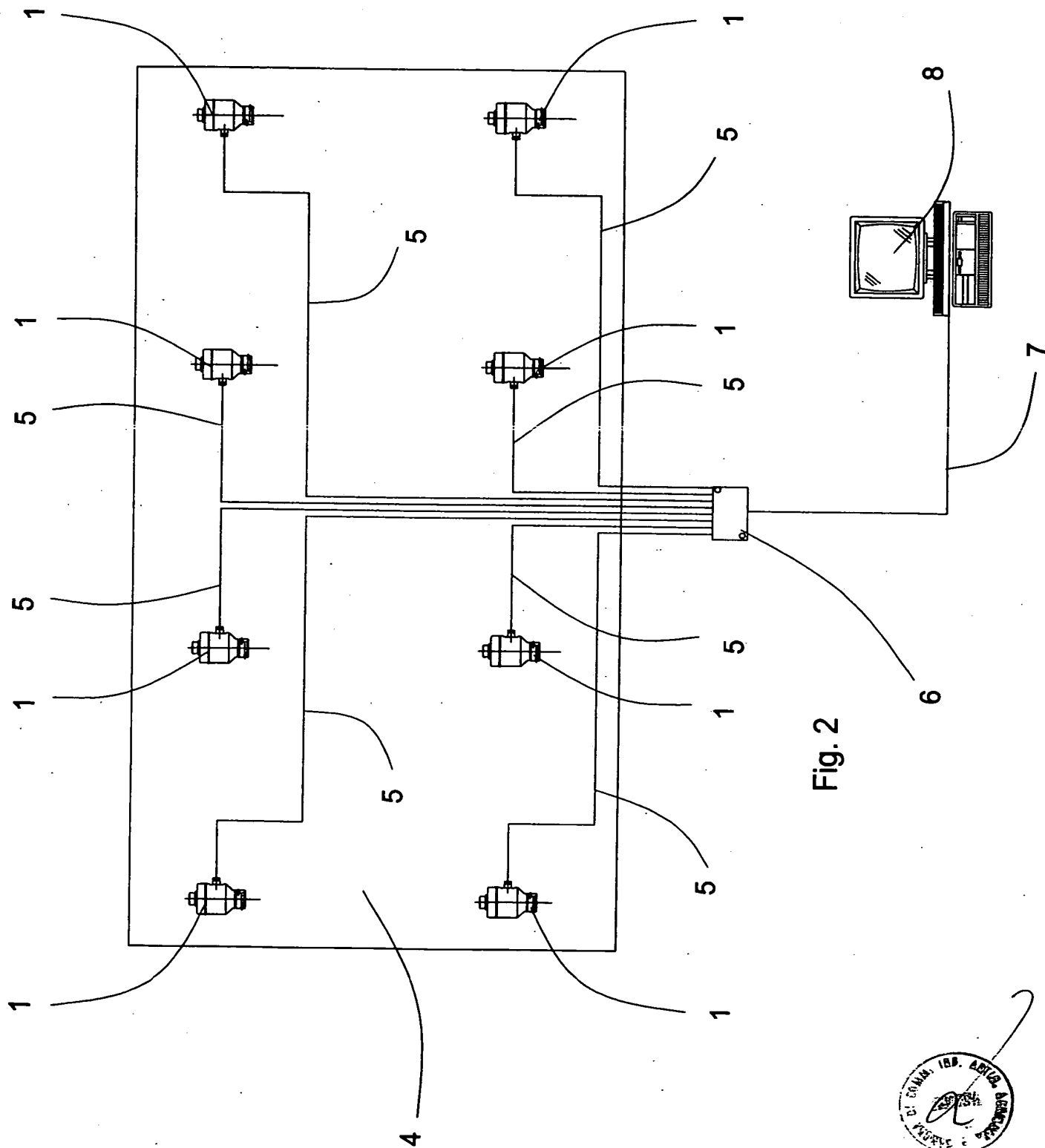


Fig. 2





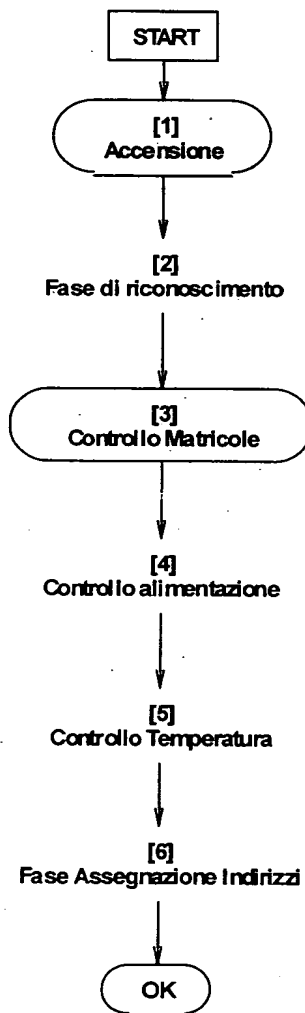
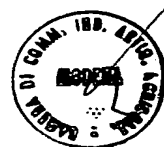


Fig. 3



MO2003A000134

4/11

LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.  
Viale Corasori, 54 41100 MODENA  
Dott. Ing. Pietro Crugnola  
*Pietro Crugnola*

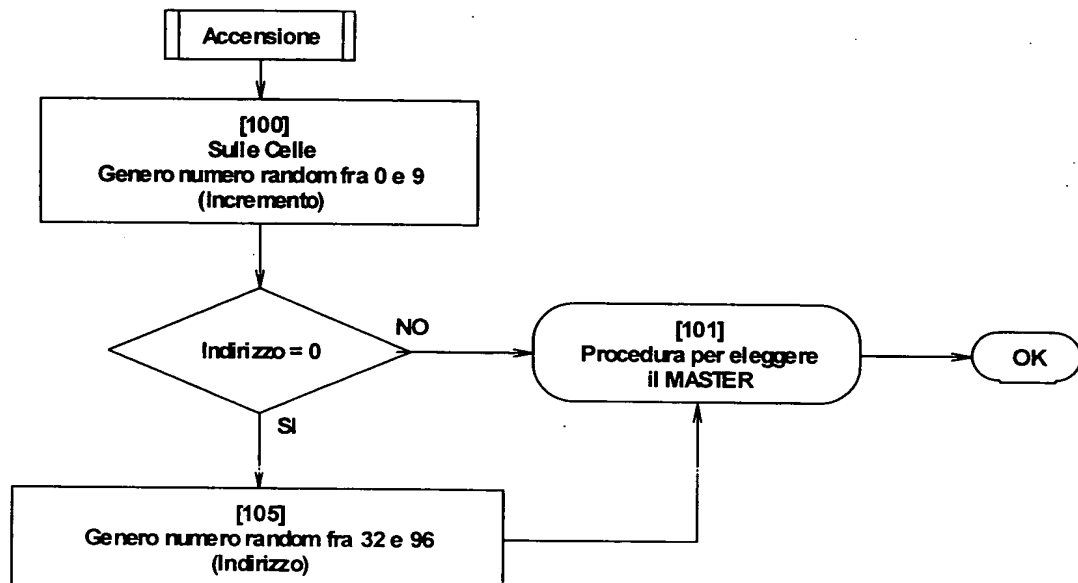


Fig. 4



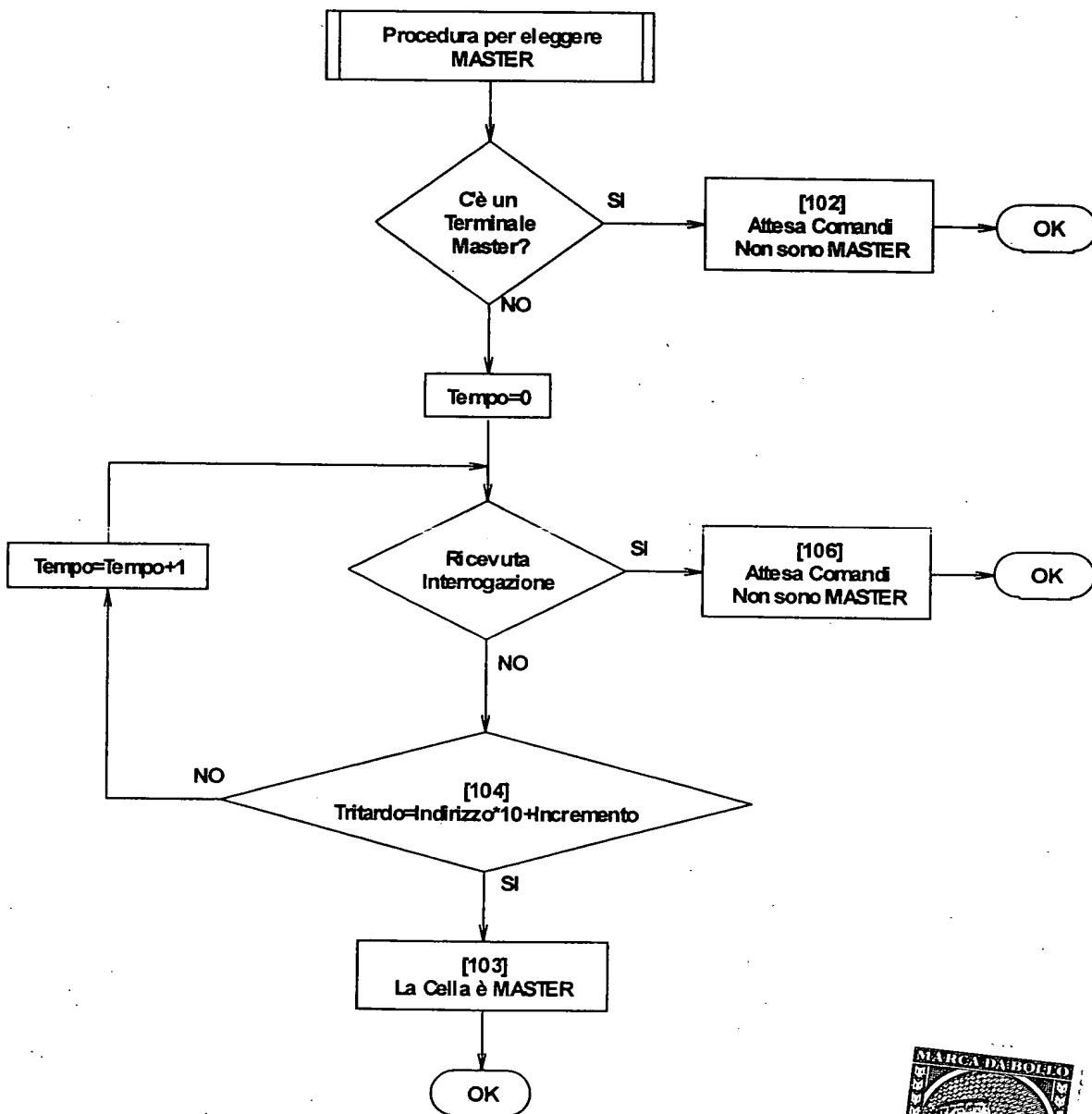
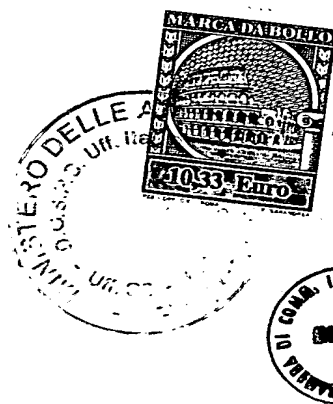


Fig. 5



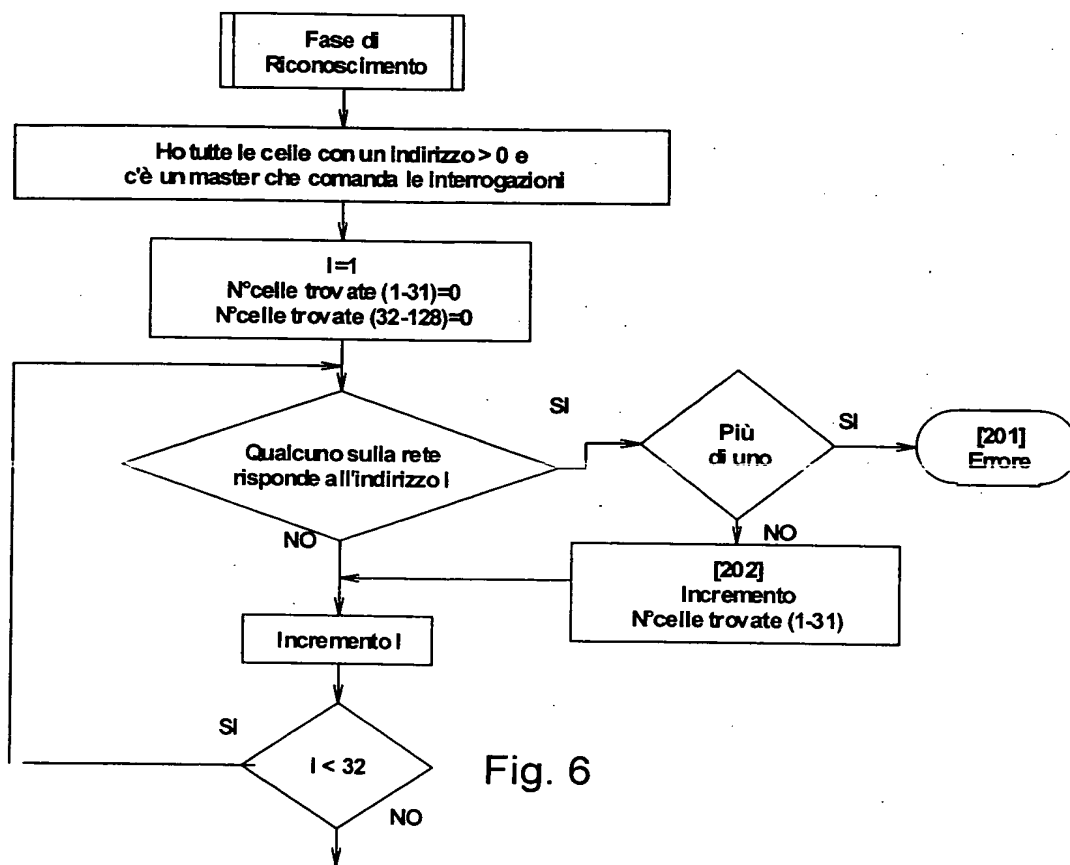
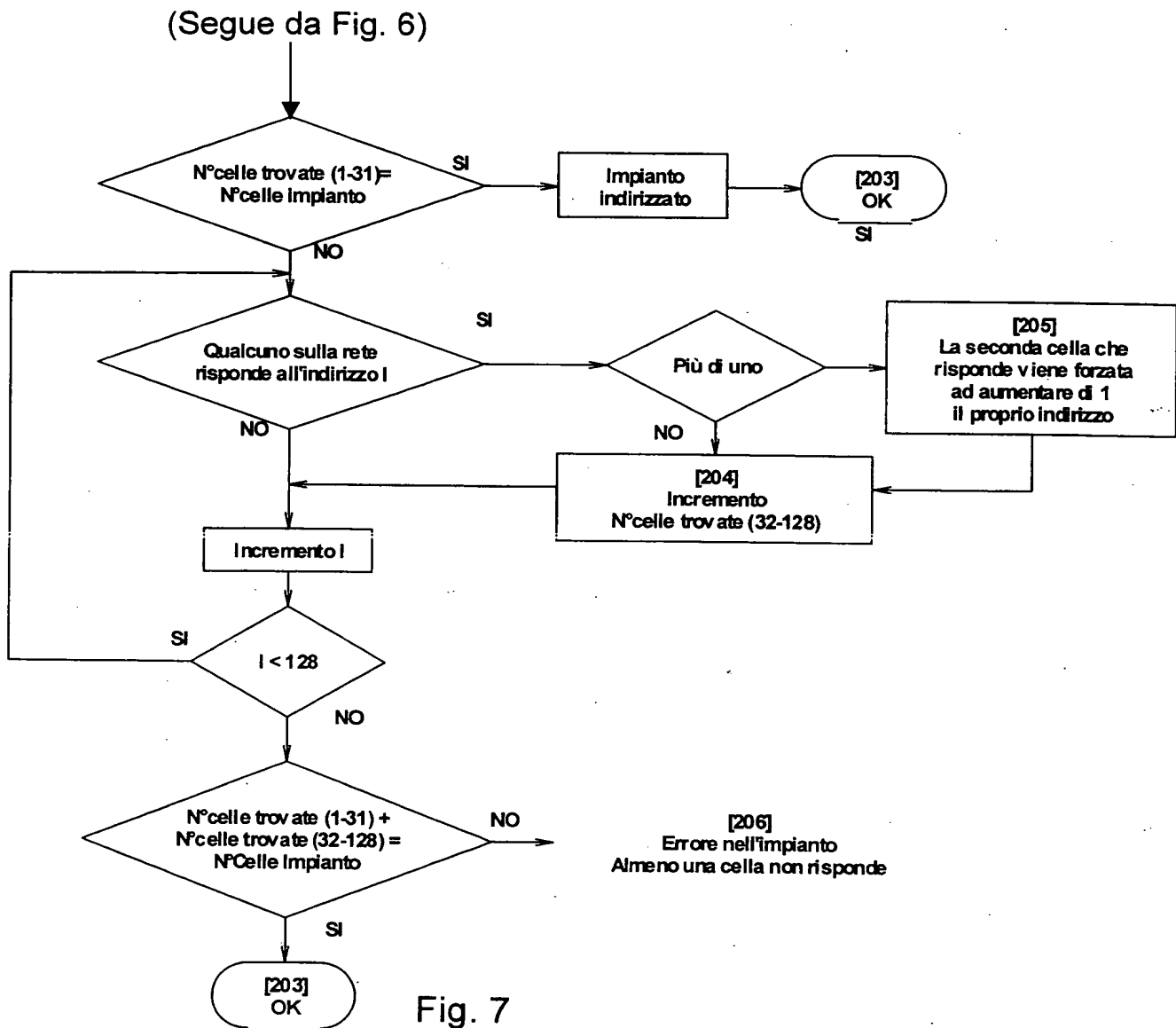


Fig. 6

(Prosegue in Fig. 7)





8/11

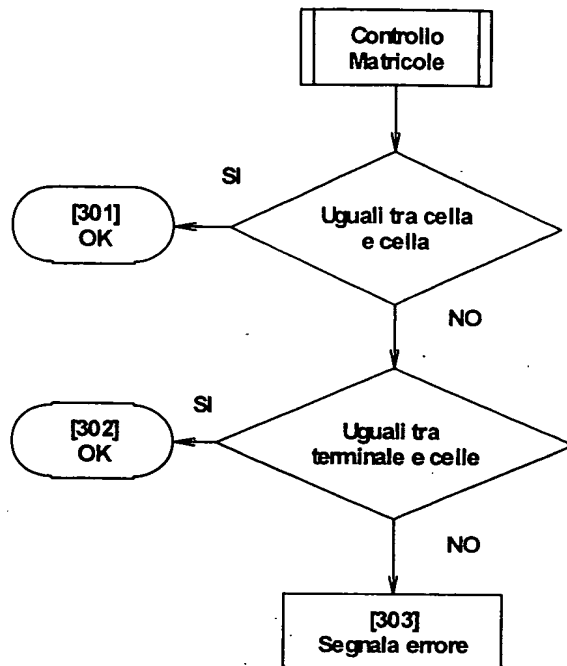


Fig. 8

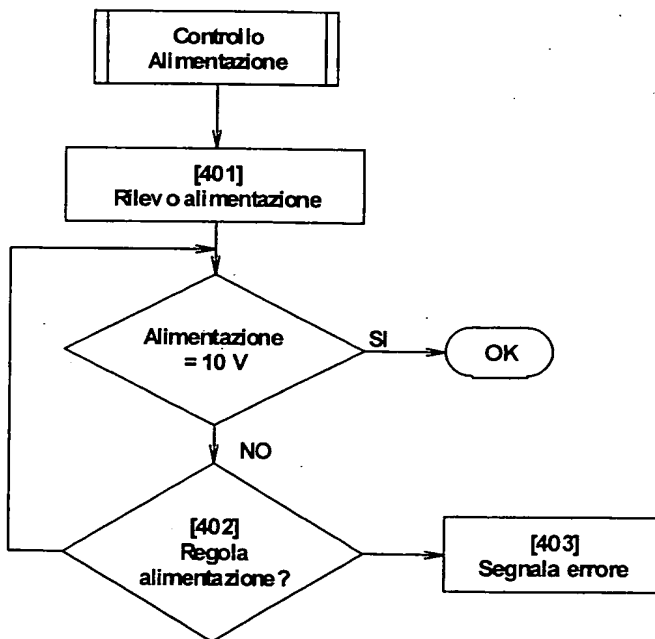


Fig. 10

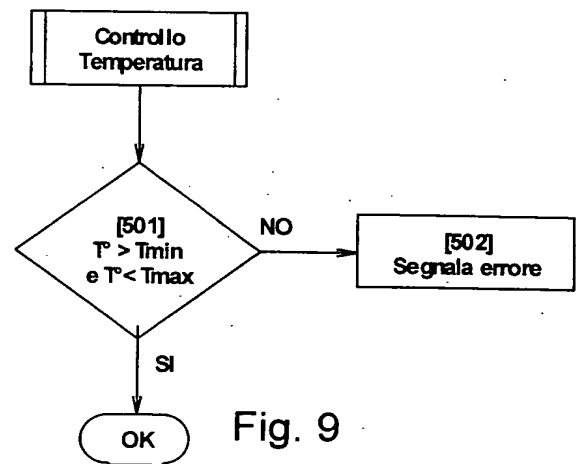
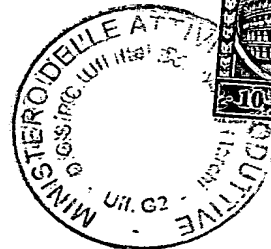
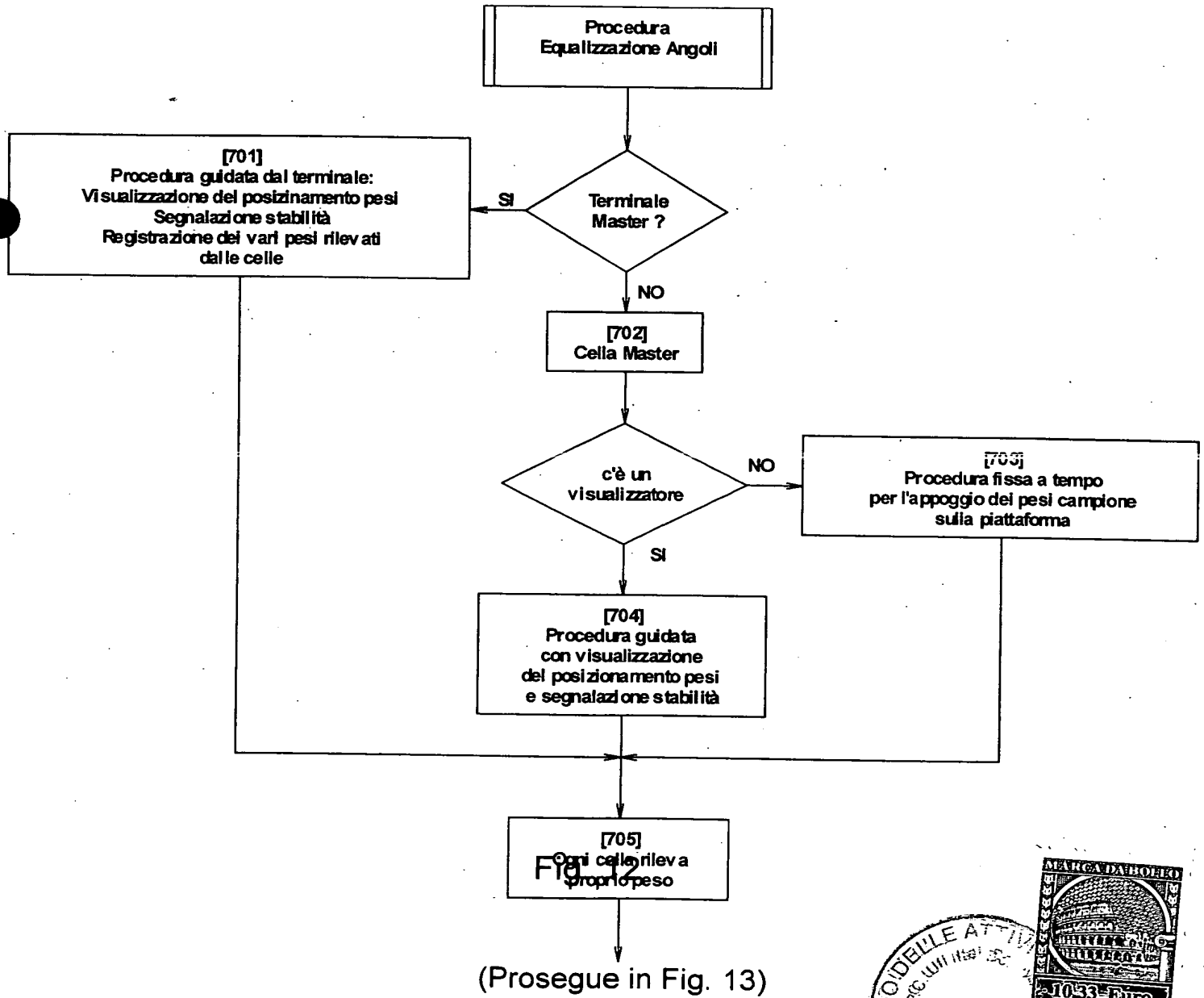


Fig. 9

M02003A000134

9/11

LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.  
Viale Corassori, 54 I - 41100 MODENA  
Dott. Ing. Pietro Crugnola  
*Pietro Crugnola*



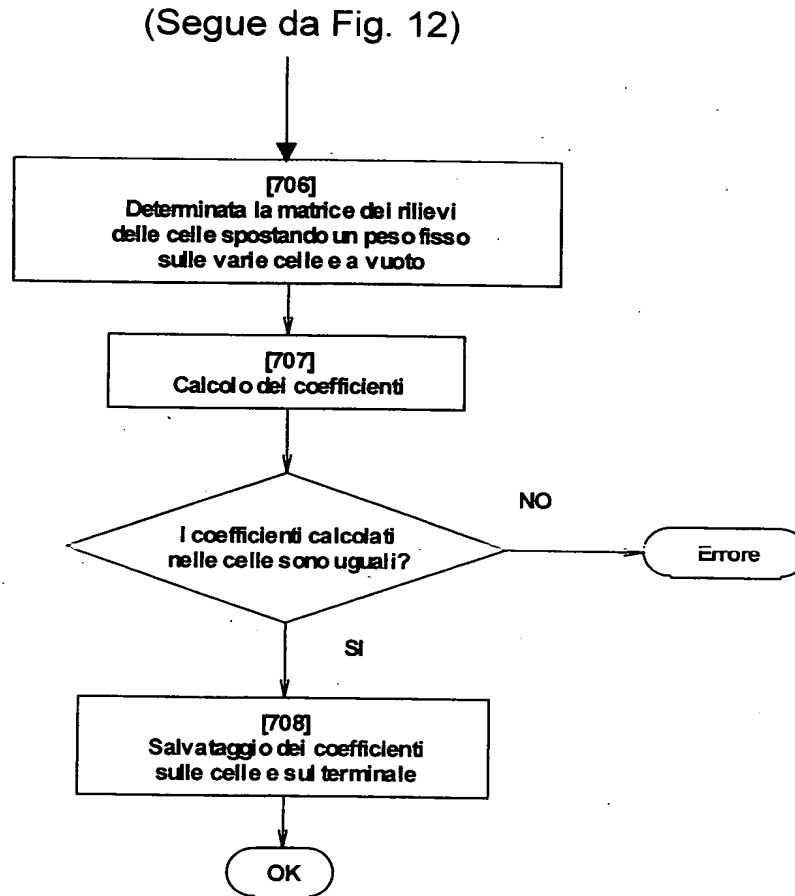


Fig. 13





MO2003A000134  
11/11

LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.  
Viale Corassori, 54 I - 41100 MODENA  
Dott. Ing. Pietro Crugnola  
*Pietro Crugnola*

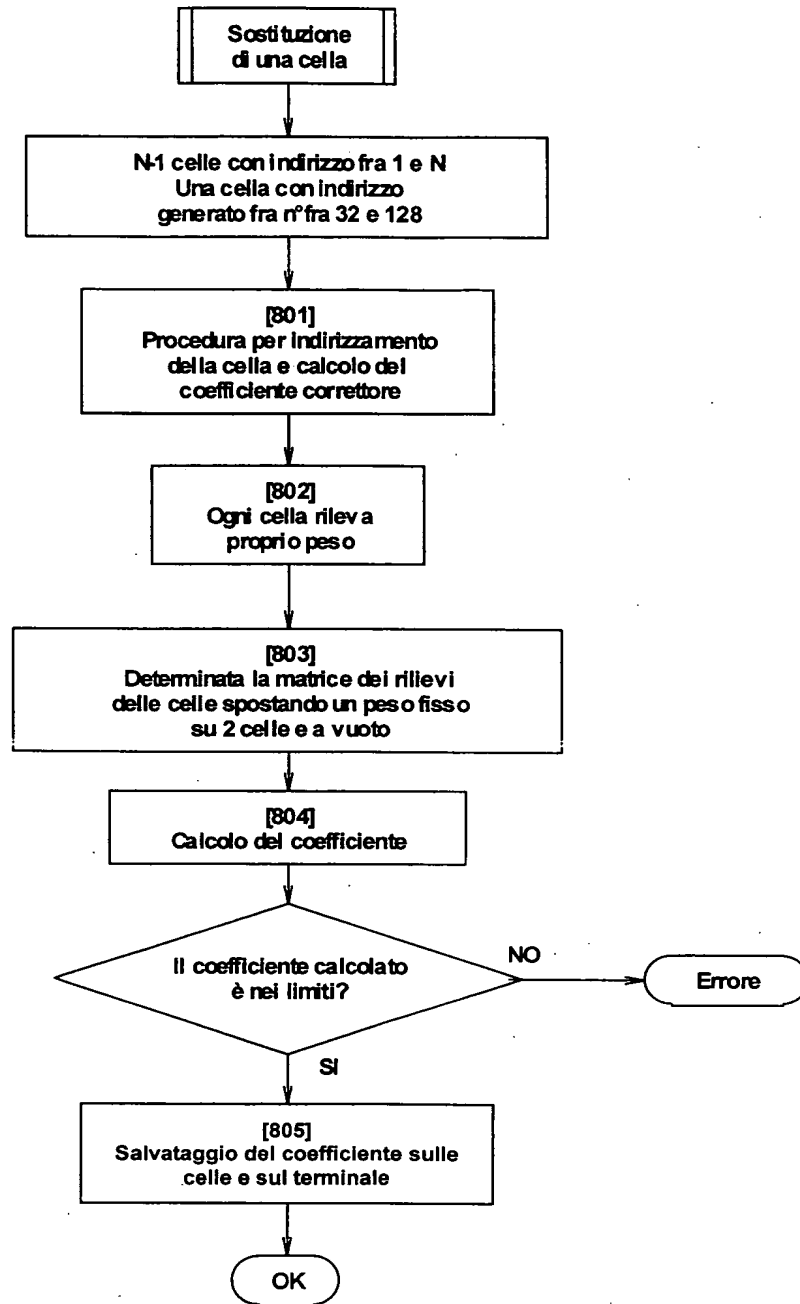
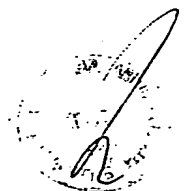


Fig 14



## CERTIFICATE OF TRANSLATION

I, the undersigned Dr. Eng. Pietro Crugnola, Italian and European Patent Attorney, being fully acquainted with both Italian and English language

## DO HEREBY CERTIFY THAT

the attached translation is the translation into English language, made by me, of the certified copy of the Italian patent application no. MO93A000134 in Italian language attached thereto and I conscientiously believe the said translation to be full, true and faithful. In witness whereof I have here onto set my hand in Modena this 26th January of the year 2004.

*Pietro Crugnola*

Pietro Crugnola

Viale Corassori, 54 – 41100 MODENA (ITALY)

Phone: +39059359916

MINISTRY OF PRODUCTION ACTIVITIES  
GENERAL DIRECTION OF PRODUCTION DEVELOPMENT AND  
COMPETITIVENESS  
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
OFFICE G2

---

Authentication of copy of documents concerning the patent application for  
industrial invention no. MO2003 A 000134

It is declared that the copy attached thereto corresponds to the original documents  
filed together with the above-specified application, the data thereof resulting from  
the filing receipt enclosed

Rome, 19 JAN 2004

for The Director  
(signature)  
Dr. Paola Giuliano

TO THE MINISTRY OF INDUSTRY, COMMERCE AND ARTISANSHIP  
 ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE - ROME  
 APPLICATION FOR PATENT FOR INDUSTRIAL INVENTION, RESERVE  
 DEPOSIT, ANTICIPATED PUBLIC AVAILABILITY

A. APPLICANT

1) Name: SOCIETA' COOPERATIVA BILANCIAI – CAMPOGALLIANO A R.L.  
 Legal status SC

Address: Campogalliano (MO)

Code: 00162700363

2) Name:

Legal status

Address:

Code:

B. APPLICANT'S REPRESENTATIVE BEFORE THE I.P.T.O.

Surname and name: CRUGNOLA Dr. Eng. Pietro et al.

Code:

Company: LUPPI & CRUGNOLA S.R.L.

Address: Corassori n: 54

city: MODENA

post code: 41100

province: MO

D. TITLE

proposed class:

ANTICIPATED PUBLIC AVAILABILITY NO

E. DESIGNATED INVENTORS

1) Brighenti Franco

2)

3)

4)

DOCUMENTATION INCLUDED

Doc. 1) 1 copy of 36 pages of summary with main drawing, description  
 and claims (1 copy obligatory)

Doc. 2) 1 copy of 11 tables of drawings (1 copy obligatory if cited in the  
 description)

Doc. 3) 1 declaration substituting power of attorney

Doc. 4) inventor's designation

Receipt for the payment a total of EURO TWOHUNDREDNINETYONE/EIGHTY

COMPILED on 08/05/2003 SIGNATURE(S) OF THE APPLICANT(S): Dr. Eng.  
 Pietro Crugnola

(signature)

CONTINUES YES/NO NO

IS AN AUTHENTICATED COPY REQUIRED YES/NO YES

PROVINCIAL OFFICE OF IND., COMM. AND ART. OF MODENA code 36  
CITATION OF DEPOSIT APPLICATION NO. MO2003A000134

The year twothousand three, the ninth day, of the month of may

The above Applicant(s) has(have) presented the present application to me  
undersigned with 00 additional sheets for the grant of the above indicated patent.

I. GENERAL NOTES OF THE ISSUING OFFICER

THE APPLICANT  
(signature)

THE ISSUING OFFICER  
(signature)

## SUMMARY OF THE INVENTION WITH MAIN DRAWING

APPLICATION NUMBER M02003A000134

FILING

DATE

09/05/2003

## A. APPLICANT(S)

Name SOCIETA' COOPERATIVA BILANCI AI – CAMPOGALLIANO A R.L.

Address: Campogalliano (MO)

## D. TITLE

WEIGHING SYSTEM

## L. ABSTRACT

A system for weighing a load that uses a weighing apparatus comprising a plurality of load cells (1), a means for receiving a load supported by said load cells, a means associated with each load cell (1) to supply a digital representation of the load on each load cell, said load cells being connected together to form a communication network, wherein a digital representation of the load on each load cell (1) is generated, a correction coefficient  $X_j$  of said digital representation for each load cell (1) is determined, said correction coefficient  $X_j$  is stored in the respective load cell (1) and the gain of each load cell is varied according to its correction coefficient  $X_j$  to generate a correct digital representation of the load for each load cell (1).

MO2003A000134

SOCIETA' COOPERATIVA BILANCIAI CAMPOGALLIANO – A R.L.

Description of industrial invention

Filed on 09 MAY 2003

**WEIGHING SYSTEM**

This invention concerns a weighing system that uses a plurality of load cells.

Weighing systems of this type normally comprise a platform whereon a load to be weighed must be placed and a series of load transducers, the so-called load cells, located underneath the platform in a preset configuration.

When a load is placed on the platform, the load sensors are prompted, for example, by compression, by traction and by flexure and transmit a signal that is proportionate to the prompting to which they are subjected.

It is known from United States Patent 4,804,052 a weighing apparatus comprising a plurality of load cells, a load receiver means supported by said load cells, a means associated with said load cells to supply a digital representation of the load lying on each load cell, a means for storing a mathematical expression for the loads that is corrected according to the position of the loads and a means for applying said mathematical expression to said digital representations of the loads to produce a digital representation of the total load on said load receiver means, said digital representation being corrected according to the position of the load.

In other words, for each load cell a correction coefficient of the indication supplied by the load cell is calculated, which is applied at each weighing operation to correct the indications of the different load cells in order to obtain a correct value of the load that is to be measured.

This system has the advantage that the weighing apparatus must always be connected to a dedicated data-processing system which, for each weighing operation, calculates the correct value of the load by applying the so-called correction coefficients to the indications provided by the different load cells. Furthermore, if the data-processing system has to be replaced for any reason the correction coefficients have to be recalculated, which results in loss of time and additional system running costs.

The aim of this invention is to provide a weighing system that uses load cells, the sum of the indications supplied by the load cells at each weighing operation having to correspond to the corrected load value, without any need for processing by a dedicated data-processing system.

According to a first aspect of this invention a load-weighing method is supplied by means of a plurality of load cells arranged underneath a load platform supported by said load cells, said load cells being connected together in a communication network, said method comprising generating a digital representation of the load on each load cell, determining a correction coefficient of said digital representation for each load cell, varying the gain of each load cell on the basis of said correction coefficient to generate a correct digital representation of the load for each load cell.

According to a further aspect of this invention a weighing apparatus is supplied comprising a plurality of load cells, a means for receiving a load supported by said load cells, a means associated with each load cell to supply a digital representation of the load on each load cell, characterised in that it furthermore comprises a means for varying the gain of each load cell in function of correction coefficients calculated for each load cell to obtain a corrected digital representation of the load on each load cell.

Owing to this invention, it is no longer necessary for a weighing apparatus with load cells to be connected to a dedicated data-processing system to calculate the correct value of the load read by each load cell, inasmuch as the calculated correction coefficients are used to vary the gain of the single load cells, in such a way that the value of the weight read by each load cell is already corrected, without any need for further processing.

The weighing system in question consists of a load receiving device, for example a load platform, that rests on a series of load transducers, for example load cells, that are connected together to form a communication network, a junction box, and possibly, a remote terminal for displaying the weight data.

The invention will be described here below with reference to the accompanying drawings, wherein:

Fig. 1 is a diagrammatic view of a load cell of the system according to the invention;

Fig. 2 is a diagrammatic view of the arrangement and of the connections of the load cells in a system according to the invention;

Figs 3 to 14 are flow diagrams that illustrate the operation of the system according to the invention.

In the weighing system according to the invention, each load cell 1 is equipped with an electronic card 2, fitted inside thereof, on which the following items are fitted:

- an amplification and conversion circuit with variable gain via software;



- a microprocessor and memory circuits
- a communication interface for managing the communication network.

Alternatively, said circuits may be fitted inside a junction box.

The circuits fitted on the electronic card enable management of communication between the system load cells, management of the gain of the amplifier/converter of each load cell, and control of operating parameters such as temperature, supply voltage, tilt, number of connected cells and serial number.

Each load cell consists of a series of electric extensometers with a Wheatstone bridge connection, glued onto a metal testpiece, the shape of which depends on the type of application and on the value of the maximum applicable load.

The force applied to the metal testpiece generates a deformation thereof and said deformation is transferred to the extensometric bridge, generating a corresponding variation in resistance values.

By powering the bridge with voltage it is thus possible to convert the mechanical deformation into an electric signal that is transmitted to the electronic card.

On the card, the signal is amplified by the amplification circuit and is then converted by an analogue/digital converter into a digital signal that is suitable for being processed by microprocessor devices.

A second amplification and conversion channel enables a temperature sensor to be read and managed.

Software algorithms enable the digital output of the load cell to be standardised in function of the load applied and of the temperature detected; these algorithms are calibrated during the cell-manufacturing phase. Also during the manufacturing phase, a unique serial number is assigned that enables future recognition of the load cell, and also identifies its production batch and the model.

During this phase, two further parameters are initialised with default values:

- correction factor of amplification circuit gain. This value is initialised at 1, i.e. the gain of the amplification circuit is initialised at a preset value, which is set during the construction phase of the circuit and is the same for all cells; modifying this correction factor will enable the gain of the amplification circuit of the respective load cell to be subsequently varied;
- address of the load cells. This value is initialised at the value 0; in other words it is not initially assigned to any address that is specific to the load cells. Subsequently, during the operation of systems with several load cells connected together, this parameter is assigned a value other than zero and which is different for each load cell, as will be explained below.

Each load cell is equipped with serial communication devices 3, 5 that enable

connection with other load cells 1 and/or with remote devices 8, such as for example PCs, PLCs or dedicated weighing terminals. Said devices enable point-to-point or networked connection with a multimaster protocol with management of conflicts.

As seen previously, each load cell 1 is manufactured with a 'standardised' output, but when a plurality of load cells 1 is connected to the same load receiver it may be necessary to correct the output of the individual cells 1 to compensate differences in detecting the load due to phenomena connected with assembly, such as for example tilt or differences in level or differing gravity acceleration of the place of installation compared with the place of production.

A variable number  $n$  of load cells 1, as described previously, is connected by a serial communication network to a junction box 6. The junction box, in addition to simplifying the electrical connection, enables a balanced electric termination of the communication network to be installed. An external device 8 can also be connected to the junction box by means of a connection means 7, to display and feed the group of load cells 1. Said display device 8 may be a dedicated weighing terminal or any device equipped with a serial communication door suitable for being networked and equipped with a source of power for the load cells.

When the system is switched on, recognition and checking procedure is started up to identify each load cell 1 and establish whether it has been calibrated or not on the basis of the address stored therein.

Above all, the microprocessor of each load cell 1 checks whether the cell 1 has already been assigned an address  $I$ , consisting of an order number other than zero, corresponding to the position of the cell 1 under the load platform 4. If, for example, the system provides for a maximum number of load cells 1 amounting to  $n$ , said order number shall be comprised between 1 and  $n$ . For the sake of simplicity, reference will be made below to a system that provides for a maximum number of load cells 1 amounting to 31, but the system according to the invention can provide for any number of load cells 1.

If a cell 1 has an address  $I$  that is the same as zero, the microprocessor of the cell 1 generates a random number that is greater than 31, for example between 32 and 96, which becomes a provisional address of the cell.

For each cell 1, a further random number  $I_c$  comprised between 0 and 9 is furthermore generated that will hereinafter be defined as an increment, the function of which will be described below.

Subsequently, the system selects a network element consisting of the cells 1 and possibly of a weighing terminal 8 dedicated as a master terminal, i.e. as a pilot

element, for subsequent operations that the system will have to perform.

The master terminal is selected on the basis of the access time to the network of each network element: in other words, the element that first accesses the network is designated as the master terminal.

Access time  $T_A$  to the network of each load cell 1 is established by the microprocessor of the cell, on the basis of the address  $I$  of the cell 1 and of the previously mentioned increment  $I_C$ , according to the following formula:

$$T_A = I \times 10 + I_C$$

In this way, the cells 1 will access the network at different times.

If a dedicated terminal 8 is current, its access time to the network is always less than the access time of each cell 1, in such a way that the dedicated terminal 8 is always designated by the system as a master terminal.

If there is no dedicated terminal 8, the cell 1 that first accesses the network will act as master terminal.

After the system has designated the master terminal, a recognition and checking phase of the cells 1 are recognised is run to monitor above all that all the cells 1 have a different address, to count the number of cells 1 in the system and to check whether each cell 1 has already been equalised on the basis of its position underneath the load platform 4, or must still be equalised.

For this purpose, the master terminal starts to query the network to check whether for each address  $I$  between 1 and 31 cells 1 exist to which said address  $I$  has been assigned, i.e. cells 1 that have already been equalised on the basis of their position underneath the load platform 4.

Each cell 1 that has an address  $I$  comprised between 1 and 31 reports its presence to the master terminal.

At the end of the query, the master terminal above all checks that no cells 1 have the same address, in which case it reports an error condition, inasmuch as no two cells 1 can have the same position underneath the load platform 4.

If no error condition is found the master terminal counts the number of cells 1 that have replied positively to the query and compares this number with the number of cells provided for the system. If the two numbers correspond, it means that all the cells 1 have already been equalised and that the system is ready for conducting weighing operations.

Before enabling the system for weighing operations, the master terminal again checks that the serial numbers of the individual cells 1 correspond to those stored on the cells 1 and on the master terminal, when the latter is a dedicated terminal. If one or more serial numbers do not correspond to those stored, an error condition

is reported.

If the number of cells 1 with an address  $l$  is less than the number of cells 1 for which the system is designed it means that one or more cells 1 have not yet been equalised on the basis of their position underneath the load platform 4.

This occurs when one or more cells 1 have been replaced since the system was last switched on, or when the system is switched on for the first time and all the cells 1 must still be equalised. In the latter case the master terminal will have detected that no cell 1 exists with an address  $l$  comprised between 1 and 31.

If the master terminal detects that one or more cells 1 are not equalised it continues to query the network about the addresses  $l'$  comprised between 32 and 96 in order to identify the cells 1 that have not yet been equalised.

If two load cells have the same address, a network communication conflict will occur: at this point the cells that have not yet been addressed will proceed to generate access time  $T_a$  afresh, which is required to resolve the communication conflict. This operation is repeated each time that the master terminal identifies two cells 1 that have the same address, until all the identified cells 1 are found to have different addresses.

After identifying the cells that have not yet been equalised, the master terminal checks that the sum of the number of equalised cells 1 and of the number of non-equalised cells corresponds to the number of cells 1 for which the system has been designed, and if there is no correspondence it reports an error condition.

After recognising all the cells 1 in the system and checking that their number is correct, the master terminal starts a procedure to check the voltage supplied to each load cell 1.

Per each cell 1, an A/D converter detects the value of the voltage supplied to the cell 1 and checks that it falls within a set range of values. If said value falls outside said range a signal is sent to the main power unit of the cell 1, which will try to vary its output voltage to bring back the value of the voltage supplied to the cell 1 within said range. If this is not possible, an error condition is reported.

Checking the voltage supplied to each cell 1 enables a sufficiently constant supply voltage to be obtained for all cells 1, regardless of the length of the cables connected to the power unit and enables overheating due to an excess supply voltage or faults due to insufficient supply voltage to be avoided.

After the supply voltage has been checked, temperature sensors inside each cell 1 are used to test the temperature within each cell 1, reporting a fault condition if the temperature is not comprised within a preset range.

After the phase of checking the supply voltage and the temperature of the cells 1

has been terminated, if there are one or more non-equalised cells in the system the master terminal starts up a procedure for equalising the cells.

This equalisation procedure consists of identifying the position of the cell 1 underneath the load platform and of calculating a correction coefficient of load cell 1 gain. This coefficient, which will be used to correct the weight indication supplied by the load cell 1, is used to take account of the cell assembly conditions 1, i.e. any deviation of the load cell 1 from an ideal assembly condition, for example deviations from a perfectly vertical condition, or differences in level in relation to an ideal reference plane.

A description of the equalisation procedure in two cases follows:

- complete equalisation of the system, i.e. equalisation of all the cells 1 in the system;
- equalisation of a single cell 1 that has been replaced in a system that has otherwise already been equalised.

The equalisation procedure for a master terminal consisting of a dedicated weighing terminal, or for a master terminal consisting of one of the load cells 1 will also be described.

**Complete equalisation of the system with master terminal consisting of a dedicated weighing terminal.**

This procedure is carried out when none of the load cells 1 is equalised, i.e. when the system is switched on for the first time after assembly of the load cells 1 underneath the platform 4, or when two or more non-equalised load cells 1 are detected.

In this case, all the load cells 1 that were previously identified, or at least two load cells 1, have addresses comprised between 32 and 96.

Above all, when there is no load on the load platform each cell stores its own weight indication and communicates it to the weighing terminal 8.

Subsequently, the weighing terminal 8 indicates to an operator that he should set a weight value not defined in a first preset position on the load platform 4, corresponding to the position of a first load cell 1 underneath the load platform.

The load cells 1 store the new weight indication detected with the load in said first preset position and communicate it to the weighing terminal 8.

The operation is repeated by subsequently shifting the load to the other load cells 1, according to a preset route and each time the load cells 1 store the respective weight indications and communicate them to the weighing terminal 8.

At the end of these operations, for each load cell 1  $N+1$  weight indications will be stored on the weighing terminal 8, one of which weight indications corresponds to

the empty load, i.e. the weight indication without a load on the platform 4 and the others correspond to the different load positions, one for each cell 1, on the load platform 4.

The weighing terminal 8 is now able to calculate for each load cell 1 and for each load position platform 4 the difference between the empty weight indication and the weight indication with the weight on the platform 4. This difference, for each cell 1, will be greatest for the load position on the platform 4 corresponding to the position of the cell 1 underneath the platform 4. In this way the master terminal is able to identify the position of each cell 1 underneath the platform and to assign to each cell a new address consisting of a number between 1 and 32 that identifies the position of the load cell 1 underneath the load platform 4.

The weighing terminal 8 then calculates for each cell 1 a correction coefficient of the load indication, which will be used to correct the load cell 1 indication, taking into account the position of the cell underneath the load platform, any deviations from a perfectly vertical condition and any differences in level in the assembly position in relation to an ideal reference plane.

This correction coefficient is calculated by setting and resolving a system of  $n$  equations in  $n$  unknown quantities, each one of which is of the type:

$$B_i = N_{i1}X_1 + N_{i2}X_2 + \dots + N_{in}X_n$$

Where  $N_{ij}$  is the weight indication supplied by the cell 1 in position "j" when the weight is placed on the platform in position "i",  $X_j$  is the value of the correction coefficient for the cell in position "j",  $B_i$  is the known term of the equation and is equal to the average of the sum of the different weights  $N_{ij}$  detected for the different load positions on the platform 4.

This calculation can be made not only by the weighing terminal 8 but can also be made independently by each load cell 1 and the results can be compared to check the consistency of the calculations.

The value of each correction coefficient  $X_j$  is then compared with the ideal value, initially set at one, to check that it does not deviate therefrom by more than a preset amount, in which case an error condition is reported, which may depend on excessive tilt of the load cell in relation to the ideal perfectly vertical condition or on incorrect assembly of the cell.

Each correction coefficient  $X_j$  is then stored in the respective load cell 1 and is used to vary the gain of the amplification circuit of the cell 1. In this way, the indication that will be subsequently supplied by the load cell 1 at each weighing operation will have already been corrected on the basis of said correction coefficient  $X_j$  without any need for the weighing terminal 8 to make any correction

to the indications supplied by the load cells 1.

**Initial equalisation of the system with master terminal consisting of one of the load cells.**

In this case, if the system is connected to a display terminal 8, the load cell 1 that has taken on the function of master terminal starts up and manages the equalisation procedure by displaying on the terminal 8 the indications of the subsequent positions on which the operator has to place the load on the platform 4. In all other respects, the procedure runs as described above, with the load cell 1 that acts as a master terminal performing the same functions as the weighing terminal. Throughout the procedure the display terminal 8 plays a purely passive role of displaying messages and data without intervening in equalisation operations.

Finally, if there is no display terminal 8, the weight is positioned in the different positions on the platform 4 by the operator's placing the weight in the different positions according to a preset pattern and leaving the weight in each position for a preset minimum time.

**Equalisation of a single cell that has replaced a faulty cell in a system that has otherwise already been equalised.**

In this case, when the system first starts up after the insertion of a new cell 1, the master terminal detects that one of the cells 1 has an address that is greater than 31, which indicates that it is a cell 1 that has not yet been equalised.

The test weight is placed on the load platform 4 in the position corresponding to the new cell 1 and in another reference position, corresponding for example to the cell 1 that is furthest from the new cell. The load values are then stored that were detected by the respective load cells 1 and the difference between these load values and the empty load value is then calculated.

$n \times 2$  load values are thus obtained by means of which an equation can be set that is the same as the previously mentioned equation, wherein the only unknown quantity is the correction coefficient  $X_j$  of the new cell 1, which at this point, will be stored in the cell to vary the gain of the cell at each weighing operation and on any dedicated weighing terminal 8.

Also in this case the calculation of the value of  $X_j$  is made independently of all the cells 1 and the results are compared together and with the reference value 1 of the correction coefficient.

If the results obtained by the different cells 1 are not the same or if the calculated value of  $X_j$  deviates from the value 1 by a quantity that is greater than a preset quantity, an error condition is reported.

In the practical embodiment, the materials, dimensions and executed details may be different from those indicated, but be technically equivalent and still fall within the legal scope of this invention.



## CLAIMS

1. A method of weighing a load by means of a weighing apparatus comprising a plurality of load cells (1) arranged underneath a load platform (4) supported on said load cells (1), said load cells (1) being connected together to form a communication network, said method comprising generating a digital representation of the load on each load cell (1), determining a correction coefficient  $X_j$  of said digital representation for each load cell (1), characterised in that it furthermore comprises storing said correction coefficient  $X_j$  in the respective load cell (1) and varying the gain of each load cell (1) on the basis of the respective correction coefficient  $X_j$  to generate a correct digital representation of the load for each load cell (1).
2. A method according to claim 1, wherein, whenever said weighing apparatus switches on, each load cell (1) detects its own address I and checks that said address I is other than zero.
3. A method according to claim 2, wherein if said address I is the same as zero, the load cell (1) generates and stores its own address I consisting of a number selected at random from a range comprised between  $n+1$  and  $m$ , wherein  $n$  is the maximum number of load cells for which said apparatus is designed.
4. A method according to claim 2, or 3, wherein each load cell (1) generates and stores a random number ( $I_C$ ) comprised between 0 and 9.
5. A method according to any one of the claims from 2 to 4, furthermore comprising checking whether said apparatus comprises a master terminal.
6. A method according to claim 5, wherein, if said apparatus does not comprise a master terminal, one of the load cells (1) acts as a master terminal.
7. A method according to claim 6, wherein the cell (1) that acts as a master terminal is the one that first accesses said communication network, the access of each cell (1) to said communication network occurring at an access time equal to  $T_A = I \times 10 + I_C$ .

8. A method according to any one of the claims from 5 to 7, wherein said master terminal queries said communication network to check if cells (1) exist with an address comprised between 1 and n.

9. A method according to claim 8, wherein if two or more cells (1) have an address that is the same and is comprised between 1 and n, an error signal is generated.

10. A method according to claim 8, wherein, at the end of said query, the master terminal checks whether the number of cells (1) with an address comprised between 1 and n is the same as or less than the total number of cells (1) of the weighing apparatus.

11. A method according to claim 10, wherein, if the number of cells (1) with an address comprised between 1 and n is less than the total number of cells (1) of said weighing apparatus, the master terminal carries out a further query of said communication network to check if cells exist with an address comprised between  $n+1$  and m.

12. A method according to claim 11, wherein at the end of said further query, the master terminal checks whether the total number of cells (1) identified corresponds to the total number of cells (1) of said weighing apparatus and generates an error signal if there is no correspondence between said two total numbers.

12. A method according to any one of the claims from 2 to 12, furthermore comprising checking whether the voltage supplied to each load cell (1) is comprised within a preset range.

13. A method according to claim 12, furthermore comprising regulating said supply voltage to bring it back within said preset range if its value does not fall within said preset range and generating an error signal if it is not possible to bring said value back within said preset range.

14. A method according to any one of the claims from 2 to 3, furthermore comprising checking the temperature of each load cell (1), to make sure that it is

comprised within a preset temperature range and generating an error signal if said temperature is not comprised within said preset range.

15. A method according to any one of the claims from 2 to 14, furthermore comprising enabling said apparatus for operation if the addresses of all the cells are comprised between 1 and n.

16. A method according to any one of the claims from 2 to 15, wherein if no cell (1) has an address comprised between 1 and n, said correction coefficient  $X_j$  is calculated for each one of said load cells (1).

17. A method according to any one of the claims from 2 to 15, wherein if two or more cells (1) have an address that is not comprised between 1 and n, said correction coefficient  $X_j$  is calculated for all the load cells (1) of said weighing apparatus.

18. A method according to claim 16, or 17, wherein the following procedure is used to calculate said correction coefficient  $X_j$ :

- each load cell (1) detects its own weight indication if there is no load on said load platform (4), it stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal;
- a weight is placed in a preset first position on said load platform (4) and each load cell (1) detects its own weight indication, stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal, said first preset position corresponding to the position of one of said cells (1) underneath said load platform;
- said weight is subsequently shifted to further preset positions, each one of which corresponds to the position of a different load cell (1) underneath said load platform (4) and each load cell (1) detects its own weight indication for each one of said further preset weight positions, it stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal.

19. A method according to claim 18, wherein each load cell (1) calculates the differences between the digital representations of its own load indications for each one of said preset positions and the digital representation of its own load

indication if there is no load on said load platform (4), stores said differences and communicates them to the master terminal.

20. A method according to claim 19, wherein the master terminal identifies the position of each load cell (1) underneath said load platform (4), the position of each load cell (1) corresponding to the position of the weight on the load platform (4) for which said difference is at its greatest.

21. A method according to claim 20, wherein said master terminal assigns to each load cell (1) an address comprised between 1 and n, corresponding to the position of the load cell (1) underneath the load platform (4).

22. A method according to any one of the claims from 16 to 21, wherein said coefficients  $X_j$  are calculated by the master terminal and by each cell (1) resolving a system of n equations in n unknown quantities wherein each equation has the following form:

$$B_i = N_{i1}X_1 + N_{i2}X_2 + \dots + N_{in}X_n$$

$N_{ij}$  being the digital representation of the weight indication supplied by the cell (1) in position "j" when the sample weight is placed on the platform in position "i",  $X_j$  is the value of the correction coefficient for the cell (1) in position "j",  $B_i$  is the known term of the equation and is equal to the average of the sum of all the  $N_{ij}$ .

23. A method according to any one of the claims from 2 to 15, wherein if just one load cell (1) has an address that is not comprised between 1 and n, said correction coefficient  $X_j$  is calculated for said sole load cell (1).

24. A method according to claim 23, wherein this procedure is followed to calculate said correction coefficient  $X_j$ :

- said sole load cell (1) with an address that is not comprised between 1 and n detects its own weight indication if there is no load on said load platform, stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal;
- a weight is placed in a preset first position on said load platform and said sole load cell (1) detects its own weight indication, stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal, said first preset position corresponding to the position of one of the cells (1) underneath said load platform;

- said weight is subsequently shifted to further preset positions, each one of which corresponds to the position of a different load cell (1) underneath said load platform and said sole load cell (1) detects its own weight indication for each one of said further preset positions of the sample weight, stores a digital representation thereof and communicates said digital representation to the master terminal.

25. A method according to claim 24, wherein said sole load cell (1) calculates the differences between the digital representations of its own load indications for each one of said preset positions and the digital representation of its own load indication if there is no load on said load platform (4), stores said differences and communicates them to the master terminal.

26. A method according to claim 25, wherein the master terminal identifies the position of said sole load cell (1) underneath said load platform (4), the position of said sole load cell corresponding to the position of the weight on the load platform for which said difference is at its greatest.

27. A method according to claim 26, wherein said master terminal assigns to said sole load cell (1) an address comprised between 1 and n, corresponding to the position of the sole load cell (1) underneath the load platform (4).

28. A method according to claim 27, wherein said weight is placed on said load platform (4) in a position corresponding to the position of said load cell (1) and in a position corresponding to a position of another cell (1) that is the furthest from said load cell (1) and said sole load cell (1) stores its own weight indications for said two positions, calculating the respective differences between said weight indications and its own weight indication if there is no load on the platform (4).

29. A method according to claim 28, wherein said correction coefficient  $X_j$  for said sole load cell (1) is calculated by using an equation according to claim 21.

30. A weighing apparatus comprising a plurality of load cells (1), a means (4) for receiving a load supported by said load cells (1), a means associated with each load cell (1) to supply a digital representation of the load on each load cell (1), characterised in that it furthermore comprises a means for varying the gain of each load cell (1) in function of correction coefficients  $X_j$  calculated for each load

cell (1), to obtain a corrected digital representation of the load on each load cell (1).

Modena, 09 MAY 2003

By appointment

LUPPI & CRUGNOLA S.r.l.

Via Corassori, 54 I-41100 MODENA

Dr. Eng. Pietro Crugnola

(signature)

## ABSTRACT

A system for weighing a load that uses a weighing apparatus comprising a plurality of load cells (1), a means for receiving a load supported by said load cells, a means associated with each load cell (1) to supply a digital representation of the load on each load cell, said load cells being connected together to form a communication network, wherein a digital representation of the load on each load cell (1) is generated, a correction coefficient  $X_j$  of said digital representation for each load cell (1) is determined, said correction coefficient  $X_j$  is stored in the respective load cell (1) and the gain of each load cell is varied according to its correction coefficient  $X_j$  to generate a correct digital representation of the load for each load cell (1).

CLAIMS

Modena, \*\*\*\*\*

(signature)